



PATENT APPLICATION

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Patrick GNEMMI et al.

Group Art Unit: 3662

Application No.: 10/686,734

Filed: October 17, 2003

Docket No.: 117446

For: PROJECTILE STEERING BY PLASMA DISCHARGE

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

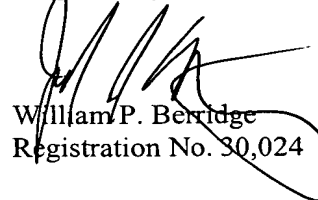
French Patent Application No. 0212906 filed October 17, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



William P. Berridge
Registration No. 30,024

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

WPB:JSA/al

Date: March 29, 2004

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **24 NOV. 2003**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

OLIFF & BERRIDGE, PLC

P.O. BOX 19928

ALEXANDRIA, VA 22320

(703) 836-6400

APPLICANT: Patrick GNEMMI et al.

APPLICATION NO.: 10/686,734

FILED: October 17, 2003

FOR: PROJECTILE STEERING BY PLASMA DISCHARGE

ATTORNEY DOCKET NO.: 117446



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 190600

REMISE DES PIÈCES DATE 17 OCT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0212906 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 17 OCT. 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BUREAU DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DGA/DSP/SREB/BPI 16 bis, Avenue PRIEUR DE LA COTE D'OR 94 114 ARCUEIL CEDEX FRANCE	
Vos références pour ce dossier (facultatif) ISL/GNEMMI/PM			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PILOTAGE D'UN PROJECTILE PAR DECHARGE PLASMA			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	5, Rue du GENERAL CASSAGNOU BP n° 34	
	Code postal et ville	68301	SAINT-LOUIS CEDEX
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 17 OCT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0212906 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 190600
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		ISL/GNEMMI/PM		
6 MANDATAIRE				
Nom				
Prénom				
Cabinet ou Société		BUREAU DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE LA DÉLEGATION GÉNÉRALE POUR L'ARMEMENT		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		6143		
Adresse	Rue	DGA/DSP/SREA/BPI 16 bis, Avenue PRIEUR DE LA CÔTE D'OR		
	Code postal et ville	94114	ARCUEIL CEDEX	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 42 31 88 73		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 42 31 88 74		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>				
7 INVENTEUR (S)				
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes				
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) L'ICT MUGUET		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne notamment le domaine des dispositions pour le guidage ou le pilotage des projectiles autopropulsés ou non ou des missiles et concerne un procédé, ainsi qu'un dispositif associé, de pilotage d'un projectile tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile.

5 Le pilotage d'un engin volant dans l'atmosphère peut notamment être effectué par le déploiement de surfaces portantes ou par le fonctionnement d'un dispositif pyrotechnique, par exemple.

10 L'inconvénient principal des surfaces portantes se situe au niveau de leur déploiement qui nécessite des efforts importants, d'autant plus important que la vitesse de l'engin l'est aussi, et une résistance du dispositif à de très fortes pressions rencontrées à vitesses supersoniques. En outre, ce type de pilotage nécessite un temps long de réaction qui peut être un inconvénient majeur si l'engin est stabilisé par rotation.

15 Le principal inconvénient du pilotage d'un engin volant par le fonctionnement d'un dispositif pyrotechnique est qu'il ne peut fonctionner qu'une seule fois.

Le but de l'invention est de résoudre ces inconvénients en proposant un procédé de pilotage d'un projectile hypervélocé, c'est-à-dire dont la vitesse est supérieure à la vitesse du son, ne présentant aucune pièce en mouvement et pouvant être mis en œuvre autant de fois que nécessaire.

20 La solution apportée est un procédé de pilotage d'un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en forme de cône, présentant une extrémité plus ou moins pointue et caractérisé en ce qu'il consiste à procéder à une décharge plasma à proximité de ladite extrémité et sur un secteur limité de la surface externe du nez.

25 Selon une caractéristique particulière l'invention concerne un procédé pour dévier selon une direction Y un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en forme de cône, présentant une extrémité plus ou moins pointue, caractérisé en ce qu'il consiste à procéder à une décharge plasma à proximité de ladite extrémité, sur un secteur
30 limité de la surface externe du nez et du côté de la direction Y.

L'invention concerne aussi un dispositif de pilotage d'un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en forme de cône, présentant une extrémité plus ou moins pointue et caractérisé en ce qu'il comporte des moyens aptes à émettre une

décharge plasma à proximité de ladite extrémité et sur un secteur limité de la surface externe du nez.

Selon une caractéristique particulière, les moyens aptes à émettre une décharge plasma comportent un éclateur déclenché, deux électrodes et un

5

générateur de haute tension.

Selon une autre caractéristique, lesdits moyens comportent au moins un couple d'électrodes. En effet, lesdits moyens comportent au moins un couple d'électrodes si le projectile est en rotation ou plusieurs couples d'électrodes s'il n'est pas en rotation.

10

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront dans la description de modes particuliers de réalisation de l'invention au regard des figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 montre un schéma des ondes de choc engendrées par un projectile supersonique,

15

- La figure 2 montre le résultat d'une simulation numérique du même engin évoluant dans les mêmes conditions de vol supersonique que précédemment auquel est appliquée une décharge plasma,

- La figure 3 montre la dissymétrie de la distribution de la masse volumique de l'air environnant sur la moitié de la surface du projectile et dans le plan de symétrie de l'écoulement pour l'exemple choisi.

20

- la figure 4 présente un schéma d'un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 5 montre un exemple d'implantation de quatre couples d'électrodes disposées à $\pi/2$ Radians les uns des autres.

25

Dans le cas d'un engin hypervélocé, une onde de choc se produit à l'amont de son nez. Lorsque l'engin vole sur une trajectoire rectiligne les pressions réparties sur sa surface sont équilibrées et l'onde de choc présente des symétries suivant la forme de l'engin. Dans le cas d'un projectile constitué d'un nez conique, l'onde est attachée à la pointe du cône et de forme conique.

30

La figure 1 présente le résultat d'une simulation numérique d'un engin volant à une vitesse supersonique dans le sens de la flèche. Elle montre intégralement un engin 1 et la moitié de deux autres surfaces 2 et 3. L'engin comporte une partie avant 4 conique et une partie arrière 5 cylindrique. Lesdites surfaces 2 et 3 caractérisent une pression constante dans l'écoulement. La surface 2 attachée à la

35

pointe de l'engin représente la surface de l'onde de choc conique tandis que la

surface 3 attachée à la discontinuité de la surface de l'engin (jonction cône-cylindre) caractérise une onde de détente.

L'invention appliquée à un tel projectile consiste à déséquilibrer l'écoulement
5 autour du nez de l'engin en produisant une décharge plasma vers l'extrémité du nez
au plus près de la pointe, afin de réaliser une mise en incidence de l'engin. Cette
décharge plasma réalisée sur un secteur angulaire limité modifie la couche limite qui
entoure la surface de l'engin. L'objectif consiste donc à produire une décharge telle
10 que le déséquilibre des grandeurs thermodynamiques soit assez important pour
provoquer la déviation de l'engin par rapport à sa trajectoire rectiligne.

L'absence de pièces en mouvement et la répétitivité des décharges constituent
les principaux avantages de cette technique. En effet, le contrôle de l'engin sur sa
trajectoire peut être réalisé par des décharges répétitives actionnées à la demande
en fonction de la trajectoire désirée.

15 La figure 2 montre le résultat d'une simulation numérique du même engin
évoluant dans les mêmes conditions de vol supersonique que précédemment auquel
est appliquée une décharge plasma près de la pointe. Chacune des deux surfaces 7,
3 qui y est représentée, caractérise une pression constante dans l'écoulement.

On constate qu'à la pointe de l'engin 1, l'onde de choc 7 est déviée sous
20 l'action de la décharge plasma 6.

La figure 3 montre la dissymétrie de la distribution de la masse volumique de
l'air environnant sur la moitié de la surface du projectile et dans le plan de symétrie
de l'écoulement pour l'exemple choisi. Cette masse volumique est sensiblement
constante et égale à 1kg/m^3 entre les points A et B situés à l'opposé de la décharge
25 plasma 6 et en aval, par rapport à la direction Z du projectile, de la décharge plasma
(zone C), tandis qu'elle est très faible (de l'ordre de $2,710\text{-}2\text{kg/m}^3$) au niveau de la
peau E du projectile en amont de la décharge plasma 6. Par contre elle est
maximale, de l'ordre de 3kg/m^3 , au point D au niveau de la décharge plasma 6.

La figure 4 présente un schéma d'une partie d'un dispositif selon un mode de
30 réalisation de l'invention. Cette partie comporte un nez 4 en forme de cône d'un
projectile hypervélocé. A proximité de l'extrémité du nez, est représentée une
décharge plasma 6.

Pour dévier le projectile selon une direction Y qui lui est perpendiculaire, il est
procédé à une décharge plasma 6 sur un secteur limité 8 de la surface externe du
35 nez et du côté de la direction Y.

La figure 5 montre un exemple d'implantation de quatre couples d'électrodes disposés à $\pi/2$ Radians les uns des autres et à proximité de l'extrémité du nez du projectile. Ces électrodes sont reliées à un circuit apte à générer une énergie entre les électrodes composant lesdits couples qui est suffisante à l'amorçage du plasma. Ce circuit comporte un dispositif de commande 12, un déclencheur multiplicateur répartiteur de tension 11.

Ainsi, le dispositif de commande 12 commande via le déclencheur multiplicateur répartiteur 11 d'une part la génération de la différence de tension adéquate et d'autre part la délivrance de la tension générée au(x) couple(s) correspondant à la direction de déviation voulue.

La traînée de l'engin, la force et le moment de pilotage peuvent être déterminés par le calcul. Même dans le cas où les efforts seraient faibles, ce dispositif est intéressant car en agissant près de la pointe de l'engin, une petite dissymétrie de l'écoulement déstabilise le projectile et permet son pilotage. L'utilisation du même dispositif, ou d'un autre dispositif selon l'invention placé à un autre endroit sur le projectile, peut servir à stabiliser à nouveau le projectile sur sa trajectoire.

Par ailleurs ce dispositif peut être associé à des moyens permettant son contrôle, tel, par exemple, un système GPS, un système du type autodirecteur, un système de commande à distance, ou tout autre système permettant de connaître la position en roulis de l'engin.

A titre d'exemple, pour un projectile de calibre 20 mm volant au ras du sol dans des conditions normales à une vitesse correspondant à un nombre de Mach de 3,2 et dont l'avant est constitué d'un cône de 20° d'angle au sommet et d'une partie cylindrique ne comportant pas de surface portante, une décharge de plasma, dont la température est d'environ 15000K, est réalisée sur une surface de 9 mm^2 à proximité de la pointe du projectile ce qui nécessite une quantité de mouvement correspondant à un débit massique d'une substance explosible d'environ $15 \cdot 10^{-4} \text{ kg/s}$ correspondant à une puissance d'environ 3 kVA. La durée de la décharge comprise entre 2 et 4 ms correspondant à une énergie électrique de l'ordre d'une dizaine de Joules.

L'intensité de la décharge peut être modulée en agissant sur les paramètres thermodynamiques tels que la température dans la décharge et la quantité de mouvement associée.

Le plasma est généré par décharge(s) à haute tension. Cette (ces) décharge(s) est (sont) obtenue(s) par un déclencheur multiplicateur de tension, qui,

à partir d'un signal électrique ou optique de faible niveau, délivre une énergie suffisante à l'amorçage du plasma. La conception permet d'optimiser l'énergie électrique stockée avant le déclenchement et l'impulsion de tension appropriée aux conditions de la décharge plasma.

5 L'incidence sur les effets aérodynamiques est intéressante. Les effets aérodynamiques sont d'abord évalués par la simulation numérique dans le cas du projectile non piloté évoluant sur une trajectoire rectiligne à incidence nulle. Les coefficients aérodynamiques sont calculés uniquement pour l'avant corps du projectile, le sillage n'étant donc pas pris en compte :

10 Le coefficient de traînée vaut $C_x = 0,1157$. Le coefficient de portance C_z et le coefficient de moment C_m calculé à la pointe du projectile sont bien évidemment nuls.

Les coefficients aérodynamiques sont maintenant déterminés pour le projectile évoluant sur la trajectoire rectiligne à incidence nulle et piloté par une
15 décharge plasma modélisée dans les conditions énoncées auparavant :

Le coefficient de traînée vaut $C_x = 0,0949$. Le coefficient de portance vaut $C_z = 0,0268$ ce qui correspond à une force de 6 N orientée dans la direction d'action de la décharge. Le coefficient de moment calculé à la pointe du projectile vaut $C_m = -0,0356$ ce qui correspond à un moment de 0,1609 mN orienté de manière à
20 accompagner les effets de la force de portance.

L'analyse des résultats de cette simulation montre :

- Une réduction de la traînée du projectile lors de la décharge plasma d'environ 18 % ce qui est très important ;
- que la force de pilotage agit dans la direction de la décharge ;
- 25 • que le moment de tangage contribue d'une façon bénéfique à la force de pilotage pour rendre le projectile manœuvrant.

Bien évidemment de nombreuses modifications peuvent être réalisées sans sortir du cadre de l'invention. Ainsi, la forme du nez peut être quelconque et pas forcément de révolu.

REVENDICATIONS

1 Procédé pour dévier selon une direction Y un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en
5 forme de cône présentant une extrémité plus ou moins pointue, caractérisé en ce qu'il consiste à procéder à une décharge plasma sur un secteur limité de la surface externe du nez et du côté de la direction Y.

2 Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à procéder à une décharge plasma à proximité de ladite extrémité, sur un secteur limité de la
10 surface externe du nez et du côté de la direction Y.

3 Procédé de pilotage d'un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en forme de cône, présentant une extrémité plus ou moins pointue et caractérisé en ce qu'il consiste à
15 procéder, pour chaque modification de la trajectoire du projectile, à des décharges plasma à proximité de ladite extrémité et sur un secteur limité de la surface externe du nez.

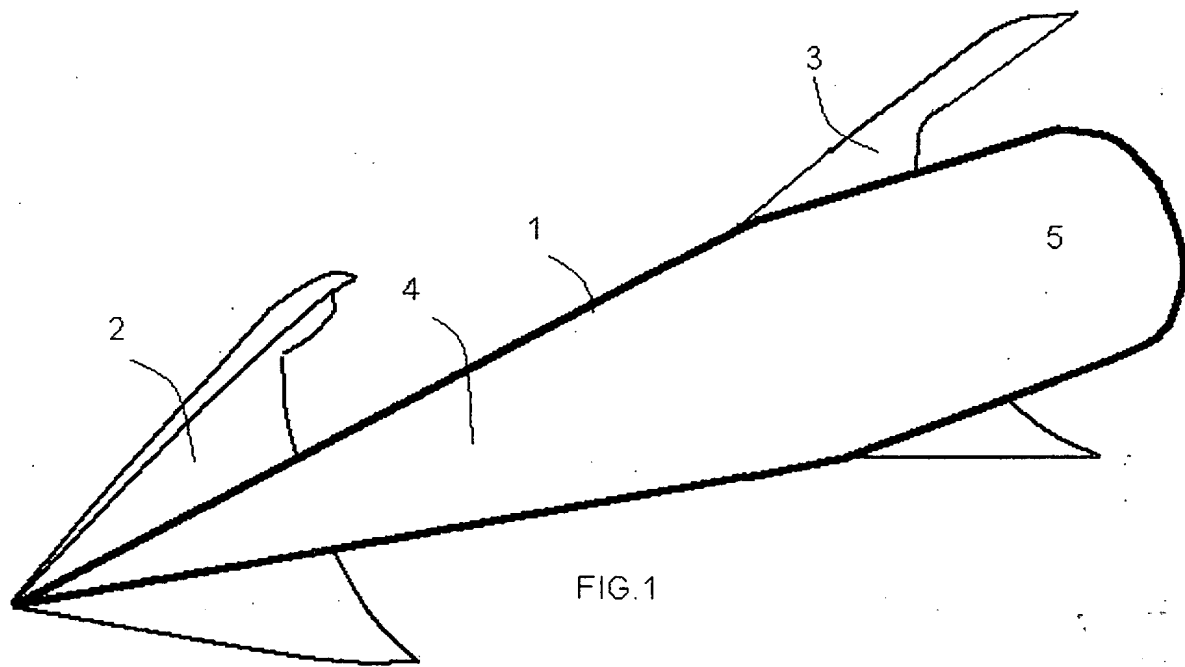
4 Procédé de pilotage selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il consiste à procéder, pour chaque modification de la trajectoire du projectile, à des décharges
20 plasma à proximité de ladite extrémité et sur un secteur limité de la surface externe du nez.

5 Dispositif de pilotage d'un projectile hypervélocé, tel, par exemple, qu'un obus, une balle ou un missile, comportant un nez, généralement en forme de cône présentant une extrémité plus ou moins pointue et caractérisé en ce qu'il comporte
25 des moyens aptes à émettre une décharge plasma à proximité de ladite extrémité et sur un secteur limité de la surface externe du nez.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens aptes à émettre une décharge plasma comportent un éclateur déclenché, deux électrodes et un générateur de haute tension.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en
30 ce que lesdits moyens comportent au moins un couple d'électrodes.

PL.1/3





PL2/3

FIG.2

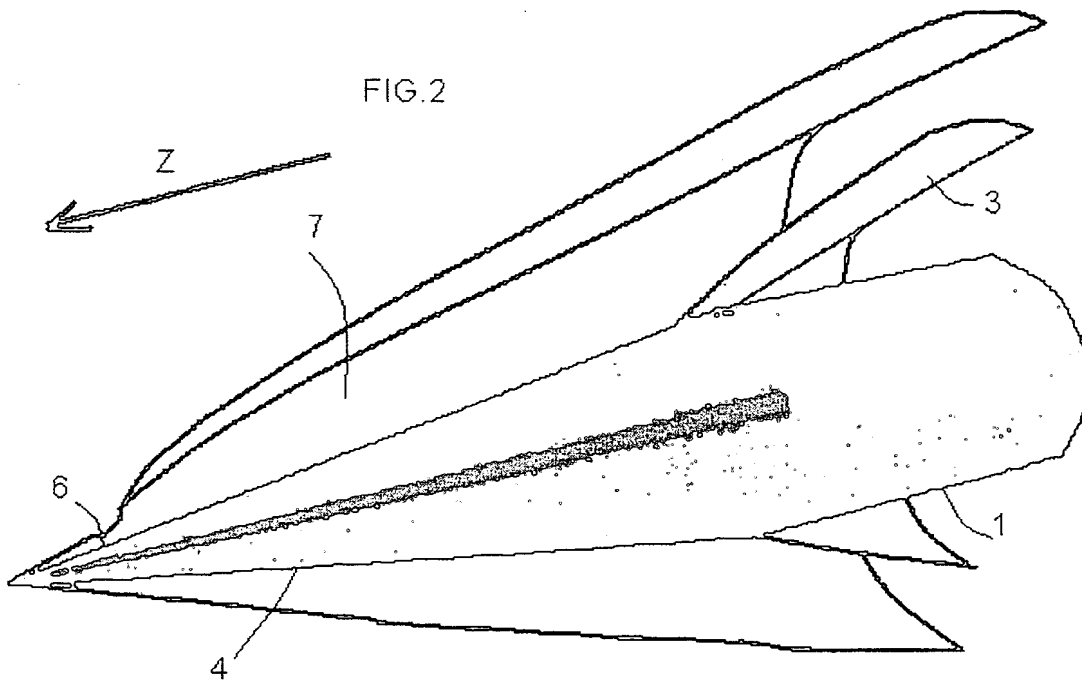
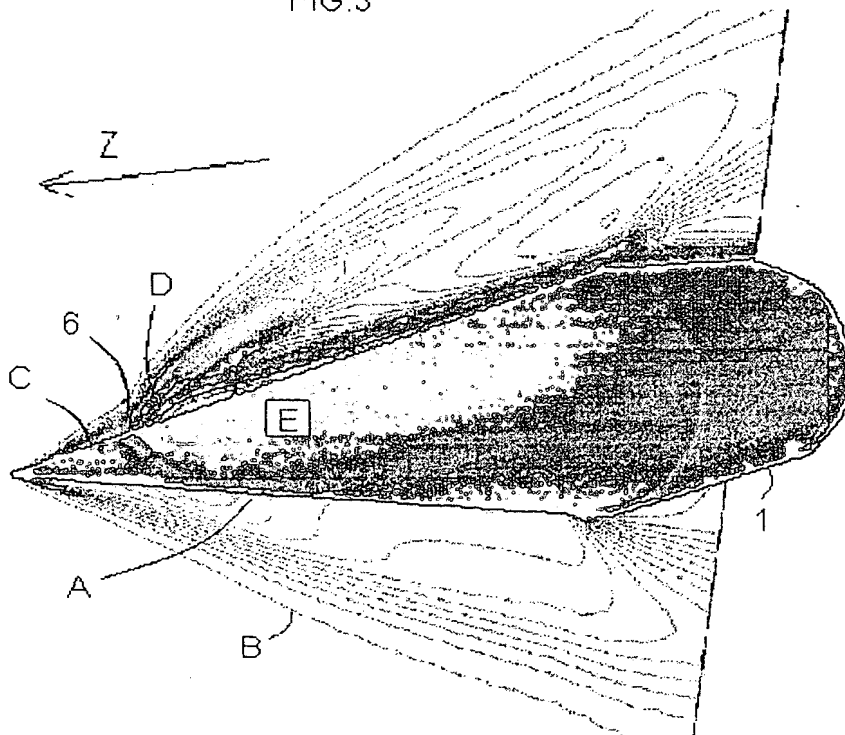


FIG.3



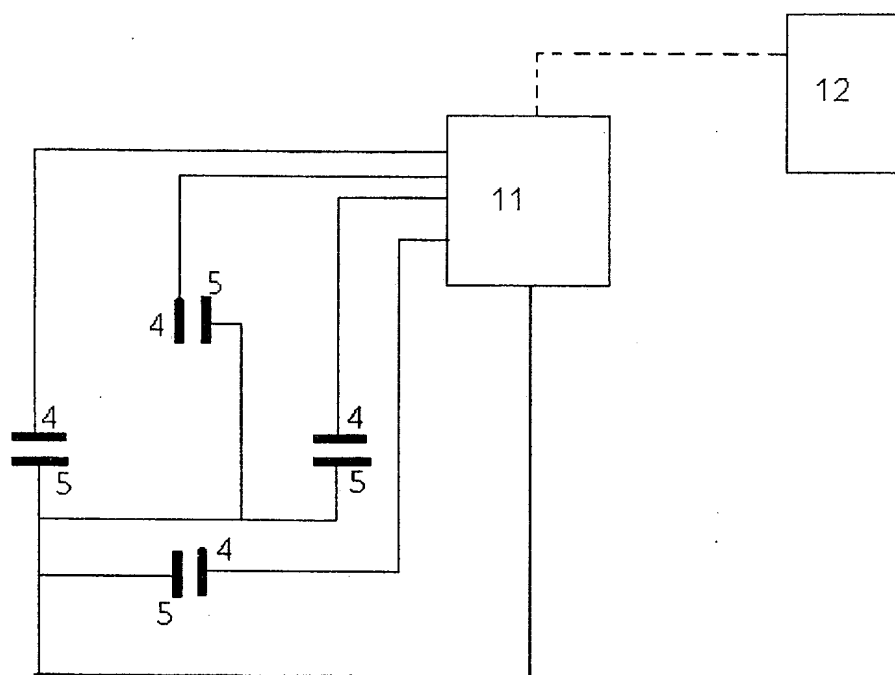


FIGURE 5

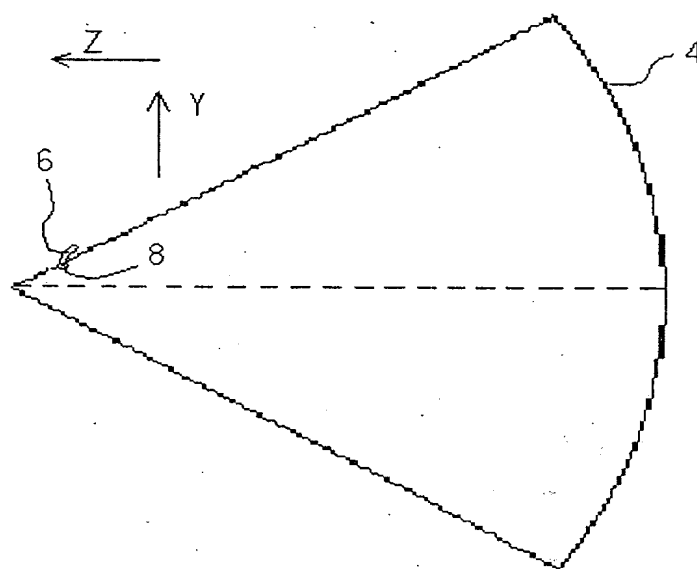


FIGURE 4

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI



N° 11 235°02

DÉPARTEMENT DES BREVETS26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		ISL/GNEMMI/PM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02/2906	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PILOTAGE D'UN PROJECTILE PAR DECHARGE PLASMA			
LE(S) DEMANDEUR(S) : INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS 5, Rue du GENERAL CASSAGNOU BP n° 34 68301 SAINT-LOUIS CEDEX FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		GNEMMI	
Prénoms		Patrick	
Adresse	Rue	35, rue des ROSES	
	Code postal et ville	68300	SAINT-LOUIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		SAMIRANT	
Prénoms		Michel	
Adresse	Rue	7, rue des SAULES	
	Code postal et ville	68300	SAINT-LOUIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		CHARON	
Prénoms		Romain	
Adresse	Rue	11, rue de la DIME	
	Code postal et ville	68730	MICHELBAACH-LE-BAS
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) LTCT Patrice MUGUET Le 14/10/2002			